

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

12.07.2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

**Aktenzeichen:** 103 35 155.8**Anmeldetag:** 31. Juli 2003**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE;  
eupec Europäische Gesellschaft für Leistungshalb-  
leiter mbH, 59581 Warstein/DE**Bezeichnung:** Anordnung eines elektrischen Bauelements auf  
einem Substrat und Verfahren zur Herstellung  
der Anordnung**IPC:** H 01 L 23/485**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 09. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

Wallner

## Beschreibung

**Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat  
und Verfahren zur Herstellung der Anordnung**

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat, wobei eine einen Kunststoff aufweisende Folie vorhanden ist und zumindest ein Teil der Folie mit dem Bauelement und dem Substrat derart verbunden ist, dass eine durch das Bauelement und das Substrat gegebene Oberflächenkontur in einer Oberflächenkontur des Teils der Folie abgebildet ist. Daneben wird ein Verfahren zum Herstellen dieser Anordnung angegeben.

15

Eine derartige Anordnung und ein Verfahren zum Herstellen dieser Anordnung sind beispielsweise aus der WO 03/030247 A2 bekannt. Das Substrat ist beispielsweise ein DCB (Direct Copper Bonding)-Substrat, das aus einer Trägerschicht aus einer Keramik besteht, an der beidseitig elektrisch leitende Schichten aus Kupfer aufgebracht sind. Auf eine dieser elektrisch leitenden Schichten aus Kupfer wird beispielsweise ein Halbleiterbauelement derart aufgelötet, dass eine vom Substrat wegweisende elektrische Kontaktfläche des Halbleiterbauelements vorhanden ist.

20

30

35

Auf diese Anordnung aus dem Halbleiterbauelement und dem Substrat wird eine Folie auf Polyimid oder Epoxidbasis unter Vakuum auflaminiert, so dass die Folie mit dem Halbleiterbauelement und dem Substrat eng anliegend verbunden ist. Die Folie ist mit dem Halbleiterbauelement und dem Substrat form- und kraftschlüssig verbunden. Die Oberflächenkontur (Topologie), die durch das Halbleiterbauelement und das Substrat gegeben ist, wird in der Oberflächenkontur der Folie abgebildet. Die Folie folgt der Oberflächenkontur des Halbleiterbauelements und des Substrats.

Die Folie der bekannten Anordnung besteht aus einem elektrisch isolierenden Kunststoff. Zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements wird in der Folie ein Fenster geöffnet. Dadurch wird die Kontaktfläche des Halbleiterbauelements freigelegt.  
5 Nachfolgend wird auf die Kontaktfläche elektrisch leitendes Material aufgebracht.

Die Folie wird lediglich zum Herstellen des elektrischen Kontakts und zur elektrischen Isolierung des Bauelements verwendet. Eine weitere Funktionalität, beispielsweise eine Kühlung des Halbleiterbauelements, kann mit der bekannten Folie nicht in den Mehrschichtaufbau integriert werden.

15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, anzuzeigen, wie in den bekannten Mehrschichtaufbau auf einfache Weise mehrere Funktionalitäten integriert werden können.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat angegeben, wobei eine einen Kunststoff aufweisende Folie vorhanden ist und zumindest ein Teil der Folie mit dem Bauelement und dem Substrat derart verbunden ist, dass eine durch das Bauelement und das Substrat gegebene Oberflächenkontur in einer  
25 Oberflächenkontur des Teils der Folie abgebildet ist. Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Folie einen Verbundwerkstoff mit dem Kunststoff und mindestens einen vom Kunststoff verschiedenen Füllstoff aufweist.

30 Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zum Herstellen der Anordnung mit den Verfahrensschritten angegeben: a) Bereitstellen einer Anordnung mindestens eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat und b) Auflaminieren der Folie mit dem Verbundwerkstoff auf das Bauelement und das Substrat,  
35 so dass die durch das Bauelement und das Substrat gebildete Oberflächenkontur in der Oberflächenkontur der Folie abgebildet wird.

Der Verbundwerkstoff besteht aus dem Kunststoff und dem Füllstoff. Der Kunststoff bildet eine Matrix, in die der Füllstoff eingebettet ist. Der Füllstoff dient dabei in erster Linie nicht als Streckungsmittel. Vielmehr ist mit dem Füllstoff eine chemische, elektrische und/oder mechanische Eigenschaft zugänglich, die allein mit einem Kunststoff nicht erreicht werden könnte. So kann mit Hilfe des Füllstoffs eine chemische Beständigkeit des Verbundmaterials gegenüber einer reaktiven Substanz verbessert werden. Ebenso kann eine verbesserte Adhäsion der Folie am Halbleiterbauelement und/oder am Substrat erzielt werden. Denkbar ist auch die Verwendung eines elektrisch und/oder thermisch leitfähigen Füllstoffs, der zu einem elektrisch und/oder thermisch leitfähigen Verbundwerkstoff führt. Weiterhin kann durch Zugabe entsprechender Füllstoffe ein Elastizitäts-Modul des Folienmaterials der Folie beeinflusst werden. Im Vergleich zu einer Folie aus einem reinen Basismaterial kann die Elastizität der Folie mit Hilfe des Füllstoffs erhöht oder erniedrigt werden. Weitere mit dem Füllstoff beeinflussbare Eigenschaften des Verbundwerkstoffs bzw. der Folie aus dem Verbundwerkstoff sind Presseigenschaften, Gasdurchlässigkeit, Druckfestigkeit, Dimensionsverhalten und Dielektrizitätszahl des Verbundwerkstoffs der Folie. Diese Eigenschaften beziehen sich sowohl auf die Verarbeitbarkeit der Folie als auch auf die Funktion der Folie im fertigen Mehrschichtaufbau. Durch die Verwendung eines Gemisches aus mehreren Füllstoffen können mehrere Eigenschaften der Folie gleichzeitig in gewünschter Weise beeinflusst werden.

Als Füllstoff ist ein beliebiger organischer oder anorganischer Füllstoff denkbar. Beispielsweise ist der Füllstoff selbst ein organisches Polymer (Kunststoff). Der anorganische Füllstoff kann ein beliebiges Metall sein. Anorganische Verbindungen, beispielsweise Carbonate, Oxide, Sulfide und dergleichen, kommen ebenfalls zum Einsatz. Schließlich sind auch metallorganische Verbindungen,

beispielsweise siliziumorganische Verbindungen, als Füllstoff möglich.

Der Füllstoff ist vorzugsweise pulverförmig und/oder  
5 faserförmig. Ein Durchmesser der Füllstoffpartikel beträgt  
einige nm bis hin zu wenigen  $\mu\text{m}$ . Der Durchmesser der  
Füllstoffpartikel ist, genauso wie die Art des Füllstoffs und  
ein Gehalt des Füllstoffs im Basismaterial, so bemessen, dass  
ein Verbundwerkstoff mit einer bestimmten Eigenschaft und  
10 damit eine Folie mit einer bestimmten Eigenschaft  
resultieren. Insbesondere ist die Art, die Form und der  
Gehalt des Füllstoffs so gewählt, dass die Folie auflaminiert  
werden kann. Dies bedeutet, dass auf in Gegenwart des  
Füllstoff eine Elastizität der Folie erhalten bleibt, so dass  
15 die Folie der Oberflächenkontur von Bauelement und Substrat  
folgen kann. Die Folie ist dabei insbesondere derart  
gestaltet, dass ein Höhenunterschied von bis zu 500  $\mu\text{m}$   
überwunden werden kann. Der Höhenunterschied ist unter  
anderem durch die Topologie des Substrats und durch die auf  
20 dem Substrat aufgebrachten Bauelemente gegeben.

In einer besonderen Ausgestaltung ist der Füllstoff  
elektrisch und/oder thermisch leitfähig. Der Kunststoff, der  
das Basismaterial des Verbundwerkstoffs bildet, zeichnet sich  
25 in der Regel durch eine relativ niedrige thermische und/oder  
elektrische Leitfähigkeit aus. Durch das Einbetten des  
elektrisch und/oder thermisch leitfähigen Füllstoffs wird ein  
Verbundwerkstoff mit eben diesen Eigenschaften erhalten.  
Dabei kann der Füllgrad (Gehalt) des Füllstoffs im Kunststoff  
30 so gewählt sein, dass eine Koagulationsgrenze des Füllstoffs  
im Basismaterial unterschritten ist. Durch den relativ  
niedrigen Füllgrad ist eine elektrische bzw. thermische  
Leitfähigkeit zunächst nicht gegeben. Durch eine Verdichtung  
des Füllstoffs im Verbundwerkstoff, beispielsweise durch  
35 Anwenden eines äußeren Drucks auf die Folie, kann die  
Koagulationsgrenze überschritten werden. Über der  
Koagulationsgrenze berühren sich die Füllstoffpartikel im

Basismaterial, so dass durch das Verdichten eine thermische und/oder elektrische Leitfähigkeit durch die Folie hindurch gewährleistet ist. So ist es beispielsweise möglich, bei dem eingangs genannten Halbleiterbauelement eine elektrische Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements ohne Freilegen der Kontaktfläche und nachfolgendes Aufbringen von elektrisch leitfähigem Material zu erreichen. Dazu kann während und/oder noch dem Auflaminieren der Folie an der Stelle der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements ein zusätzlicher Druck ausgeübt werden, der zum Verdichten des Füllstoffs in diesem Bereich der Folie führt.

Durch die Verwendung einer Folie mit einem thermisch leitfähigen Füllstoff ist es möglich, eine im Betrieb des Bauelements entstehende Wärme vom Bauelement abzuleiten. Die thermische Leitfähigkeit (Wärmeleitfähigkeit)  $\lambda$  des Füllstoffs bei Raumtemperatur beträgt mindestens  $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Zur effizienten Wärmeableitung über ist die Folie mit einer Wärmesenke thermisch leitend verbunden. Zur Erhöhung der thermischen Leitfähigkeit bei gleichzeitig niedriger elektrischer Leitfähigkeit kann ein Füllstoff aus einem keramischen Werkstoff eingesetzt werden. Ein derartiger Werkstoff ist beispielsweise pulverförmiges Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Um eine elektrische bzw. thermische Leitfähigkeit zu erzielen, weist der Füllstoff beispielsweise ein Pulver aus einem Metall auf. Denkbar ist dazu insbesondere auch der Einsatz von Kohlenstoff-Nanoröhren (Kohlenstoff-Nanotubes), die über eine mit Metallen vergleichbare elektrische und thermische Eigenschaft verfügen.

In einer besonderen Ausgestaltung ist ein thermischer Ausdehnungskoeffizient des Verbindungswerkstoffs an einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eines Materials des Bauelements angepasst. Dies führt dazu, dass trotz thermischer Belastung der Anordnung keine thermisch

induzierten Spannungen auftreten. Der form- und kraftschlüssige Verbund aus Folie und Bauelement bzw. aus Folie und Substrat bleibt erhalten. Es resultiert eine auch über einen weiten Temperaturbereich stabile Anordnung.

5

Beispielsweise ist das Bauelement ein Leistungshalbleiterbauelement auf Siliziumbasis. Silizium verfügt über einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa 10 ppm/K. Folien ohne Füllstoff verfügen in der Regel über einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von über 100 ppm/K. Durch das Einbringen eines Füllstoffs mit einem relativ geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kann der thermische Ausdehnungskoeffizient des Verbundwerkstoffs der Folie herabgesetzt werden. Insbesondere ist es dabei möglich, einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aus dem Bereich von 7 ppm/K bis 50 ppm/K zu erreichen.

In einer besonderen Ausgestaltung ist mindestens eine weitere Folie vorhanden und zumindest ein weiterer Teil der weiteren Folie derart mit dem Bauelement und dem Substrat verbunden, dass die Oberflächenkontur des Bauelements und des Substrats in einer weiteren Oberflächenkontur des weiteren Teils der weiteren Folie abgebildet ist. Es liegt ein Mehrschichtaufbau vor. Der Kunststoff der weiteren Folie kann der gleiche Kunststoff oder ein vom Kunststoff der Folie verschiedener weiterer Kunststoff sein. Die Folie kann dabei nur aus dem Kunststoff bestehen. Denkbar ist aber insbesondere eine weitere Folie, die ebenfalls einen Verbundwerkstoff aufweist. Somit lässt sich mit der weiteren Folie eine weitere Funktion in den Mehrschichtaufbau integrieren. Beispielsweise kann eine der Folien eine hohe thermische Leitfähigkeit aufweisen. Die weitere Folie zeichnet sich dagegen durch eine entsprechende elektrische Leitfähigkeit aus. Weitere Eigenschaften, beispielsweise eine Abschirmfähigkeit elektromagnetischer Strahlung kann auf diese Weise ebenfalls in den Mehrschichtaufbau integriert werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein thermischer

Ausdehnungskoeffizient des weiteren Verbundwerkstoffs der weiteren Folie ebenfalls an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Materials des Bauelements angepasst ist. Es resultiert ein zuverlässiger, durch thermische Spannungen kaum belasteter Mehrschichtaufbau.

Bei dem Mehrschichtaufbau kann die weitere Folie auf der Folie aufgebracht sein, die direkt auf dem Substrat und dem Oberflächenabschnitt angeordnet ist. Denkbar ist aber auch, dass die weitere Folie zwischen der Folie und dem Substrat bzw. dem Bauelement auf dem Substrat angeordnet ist. Darüber hinaus ist es möglich, beliebig viele Folien mit gleichen, ähnlichen oder unterschiedlichen Funktionen übereinander anzuordnen.

Als Bauelement ist ein beliebiges passives und/oder aktives elektrisches Bauelement denkbar. Bevorzugt wird als Bauelement ein Halbleiterbauelement verwendet. Das Halbleiterbauelement ist vorzugsweise ein aus der Gruppe MOSFET, IGBT und/oder Bipolartransistor ausgewähltes Leistungshalbleiterbauelement. Für derartige Bauelemente auf einem Substrat eignet sich die oben beschriebene Anordnung besonders. Mit Hilfe der Folien mit den Füllstoffen kann somit eine elektrische Kontaktierung verschiedener Kontaktflächen der Halbleiterbauelemente auf einfache Weise realisiert werden. Darüber hinaus können weitere Funktionen wie die thermische Ableitung von Wärme im Mehrschichtaufbau integriert werden.

Das Auflaminieren der Folie führt zu einem innigen und festen Kontakt zwischen der Folie und dem Bauelement und zwischen der Folie und dem Substrat. Wenn die Folie durch das Auflaminieren das Bauelement vollständig bedeckt ist, kann auf diese Weise das Bauelement hermetisch von äußeren Einflüssen abgeschirmt werden. Beispielsweise ist es so möglich, ein Vordringen von Wasser, beispielsweise von feuchter Atmosphäre, bis zum Bauelement zu unterbinden.



In einer besonderen Ausgestaltung des Herstellverfahrens erfolgt das Auflaminieren unter Vakuum. Dadurch wird ein besonders inniger und fester Kontakt zwischen der Folie und dem Substrat und dem Bauelement erzeugt. Durch das  
5 Auflaminieren unter Vakuum kann sichergestellt werden, dass die Oberflächenkontur, die durch das Substrat und das Bauelement gegeben ist, durch die Folie nachgezeichnet wird. Die Oberflächenkontur der Folie folgt der Oberflächenkontur  
10 des Bauelements und des Substrats. Das Auflaminieren erfolgt vorteilhaft in einer Vakuumpresse. Dazu sind Vakuumziehen, hydraulisches Vakuumpressen, Vakuumgasdruckpressen oder ähnliche Laminierverfahren denkbar. Der Druck wird vorteilhaft isostatisch aufgebracht. Das Auflaminieren  
15 erfolgt beispielsweise bei Temperaturen von 100°C bis 250°C und einem Druck von 1 bar bis 10 bar. Die genauen Prozessparameter des Auflaminierens, also Druck, Temperatur, Zeit, etc. hängen unter anderem von der Oberflächenkontur des Substrats, des Verbundwerkstoffs der Folie und der Dicke der  
20 Folie ab.

Als besonders vorteilhaft erweist sich dabei eine Dicke der Folie, die aus dem Bereich von 25 µm bis 150 µm ausgewählt ist. Größere Dicken von bis zu 500 µm sind ebenfalls denkbar.  
25 Um eine bestimmte Gesamtdicke zu erhalten, kann das Auflaminieren dünner Folien mehrmals durchgeführt werden.

In einer besonderen Ausgestaltung wird während und/oder nach dem Auflaminieren der Folie ein Tempersschritt durchgeführt.  
30 Denkbar ist beispielsweise, dass eine Folie mit einem nicht oder nur teilweise vernetzten Kunststoff verwendet wird. Durch Temperaturerhöhung wird die Vernetzung des Kunststoffs vorangetrieben. Durch die weitere Vernetzung des Kunststoffs wird der innige Kontakt zwischen der Folie und dem Substrat  
35 und dem Bauelement erzeugt. Denkbar ist neben der fortgesetzten Polymerisierung durch Temperaturerhöhung eine fortgesetzte Polymerisierung durch Belichtung.

Zur Verbesserung der Haftung der Folie auf dem Bauelement und auf dem Substrat kann vor dem Auflaminieren eine Haftvermittlungsschicht auf der Folie und/oder auf dem Bauelement bzw. auf dem Substrat aufgetragen werden. Denkbar ist dabei ein beliebiger ein- oder mehrkomponentiger Klebstoff. Besonders vorteilhaft erweist sich eine Haftvermittlungsschicht mit einem Polysilan. Durch die Haftvermittlungsschicht wird nicht nur ein form- und kraftschlüssiger, sondern zusätzlich ein stoffschlüssiger Kontakt hergestellt.

Als Kunststoff ist jeder beliebige duroplastische und/oder thermoplastische Kunststoff denkbar. Vorzugsweise wird eine Folie mit mindestens einem aus der Gruppe Polyimid, Polyethylen, Polyphenol, Polyetheretherketon und/oder Epoxid ausgewählten Kunststoff verwendet. Die Folie kann dabei Mischungen der genannten Kunststoffe enthalten. Denkbar sind auch Copolymerisate mit diesen Kunststoffen. Im Hinblick auf eine Umweltverträglichkeit werden insbesondere Folien mit halogenfreiem Kunststoff verwendet. Solche Folie enthalten nahezu keine Halogene.

Zusammenfassend ergeben sich mit der Erfindung folgende besonderen Vorteile:

- Durch die Verwendung von Folien mit Füllstoffen können die verschiedensten Eigenschaften der Folien in gewünschter Weise beeinflusst werden.

- Durch Folien mit unterschiedlichen Funktionen können unterschiedliche Funktionen in den Mehrschichtaufbau integriert werden.

- Insbesondere zur elektrischen Isolation von Leistungshalbleiterbauelementen in Kombination mit

thermischer Kontaktierung der Leistungshalbleiterbauelemente wird ein kompaktes und einfach aufgebautes Modul zugänglich.

- Durch die Anpassung des thermischen
- 5 Ausdehnungskoeffizienten an das Material des Bauelements wird die Zuverlässigkeit des Mehrschichtaufbaus deutlich erhöht.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher beschrieben.

- 10 Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

- Figuren 1 bis 3 zeigen jeweils einen Ausschnitt einer
- Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat
- 15 in einem seitlichen Querschnitt.

- Die Anordnung 1 weist ein elektrisches Bauelement 3 auf einem
- Substrat 2 auf. Das Substrat 2 ist ein DCB-Substrat mit einer
- Trägerschicht 21 aus einer Keramik und einer auf der
- 20 Trägerschicht 21 aufgetragenen elektrisch leitenden Schicht aus Kupfer.

- Auf der elektrisch leitenden Schicht 22 aus Kupfer ist ein
- Leistungshalbleiterbauelement 3 in Form eines MOSFETs derart
- 25 aufgelötet, dass eine Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements vom Substrat 2 abgewandt ist.
- Über die Kontaktfläche 31 ist einer der Kontakte des Leistungshalbleiterbauelements 3 (Source, Gate, Drain) elektrisch kontaktiert.

- 30 Zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 ist eine Verbindungsleitung 4 auf dem Substrat 2 vorhanden. Die Verbindungsleitung 4 dient dabei der elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche
- 35 31 des Halbleiterbauelements 3.

Auf dem Substrat 2 und dem Leistungshalbleiterbauelement 3 ist eine etwa 50 µm dicke Folie 5 aus einem Verbundwerkstoff derart auflaminiert, dass die Oberflächenkontur 11, die sich aus dem Leistungshalbleiterbauelement 3, der elektrisch leitenden Schicht 22 und der Trägerschicht 21 des DCB-Substrats ergibt, in der Oberflächenkontur 51 eines Teils 52 der Folie 5 abgebildet wird.

Zum Herstellen der Schaltungsanordnung 1 wird das Leistungshalbleiterbauelement 3 derart auf der elektrisch leitenden Schicht 22 des DCB-Substrats 2 aufgelötet, dass die Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 dem Substrat 2 abgewandt ist.

Im Weiteren wird die Folie 5 auf der Kontaktfläche 31 des Halbleiterbauelements 3 und dem Substrat 2 in unter Vakuum auflaminiert. Dabei entsteht eine innige Verbindung zwischen der Folie 5 und dem Halbleiterbauelement 3 bzw. dem Substrat 2. Es entsteht ein form- und kraftschlüssiger Kontakt zwischen der Folie 5 und dem Bauelement 3 bzw. dem Substrat 2. Die Folie 5 verbindet sich mit dem Halbleiterbauelement 3 und dem Substrat 2 derart, dass die Oberflächenkontur 11, die im Wesentlichen durch die Form des Halbleiterbauelements 3 gegeben ist, nachgezeichnet ist.

#### Beispiel 1:

Der Verbundwerkstoff der Folie 5 weist als Basismaterial einen Kunststoff aus Polyimid auf. In dem Kunststoff ist pulverförmiges Aluminiumoxid als Füllstoff enthalten. Partikelgröße und Füllgrad des Aluminiumoxidpulvers ist dabei so gewählt, dass eine Koagulationsgrenze überschritten ist. Aufgrund der Wärmeleitfähigkeit des Aluminiumoxids liegt eine Folie 5 vor, über die an eine nicht dargestellte Wärmesenke Wärme abgeleitet werden kann, die im Betrieb des Leistungshalbleiterbauelements 3 entsteht.

Gemäß einer ersten Ausführungsform wird im Weiteren in der Folie 5 durch Laserablation mit Hilfe eines CO<sub>2</sub>-Lasers ein Fenster 53 geöffnet (Figur 1). Dadurch wird die Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 freigelegt.

5 Nachfolgend wird eine nicht dargestellte, dünne Schicht aus einem elektrisch leitenden Material aus einer Titan-Kupfer-Legierung durch Abscheiden aus der Dampfphase auf der Kontaktfläche 31 und auf Bereichen der Folie 5 aus elektrisch isolierendem Material erzeugt. Zur Erhöhung einer

10 Stromtragfähigkeit wird anschließend eine Schicht aus Kupfer auf der Schicht aus der Titan-Kupfer-Legierung galvanisch abgeschieden. Dabei bildet sich die Verbindungsleitung 4. Es resultiert eine Anordnung aus einem

15 Leistungshalbleiterbauelement 3 auf einem Substrat 2, auf die eine Folie 5 auflaminiert ist. Durch das Fenster 53 der Folie ist die Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelement 3 elektrisch kontaktiert. Die Folie 5 umgibt das

20 Leistungshalbleiterbauelement 3 derart, dass eine elektrische Isolierung des Leistungshalbleiterbauelements 3 gewährleistet ist. Dies betrifft insbesondere die weiteren, nicht

25 dargestellten elektrischen Kontaktflächen des Leistungshalbleiterbauelements 3. Gleichzeitig ist aufgrund der relativ hohen Wärmeleitfähigkeit des Aluminiumoxids das effiziente Ableiten von Wärme möglich, die im Betrieb des

30 Leistungshalbleiterbauelements entsteht. Darüber hinaus ist durch den Füllstoff der Wärmeausdehnungskoeffizient des Verbundwerkstoffs der Folie 5 an den des Siliziums des Leistungshalbleiterbauelements 3 angepasst. Es resultiert ein stabiler Aufbau mit der auf dem Leistungshalbleiterbauelement 3 und auf dem Substrat 2 auflaminierten Folie 5.

#### Beispiel 2:

35 Im Unterschied zum vorangegangenen Beispiel ist der Füllstoff ein pulverförmiges Metall. Die Folie 5 weist einen ersten Bereich 54 auf, in dem der Füllgrad bzw. eine Dichte des Füllstoffs in der Kunststoff-Matrix aus Polyimid so gering

ist, dass die Koagulationsgrenze unterschritten ist. In dem ersten Bereich 54 ist die Folie 5 elektrisch isolierend. Elektrischer Strom wird durch die Folie 5 nicht geleitet. Neben dem ersten Bereich 54 weist die Folie 5 einen zweiten Bereich 55 auf. Dieser zweite Bereich 55 ist über der Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 angeordnet. In dem zweiten Bereich 55 ist der Füllgrad bzw. die Dichte des Füllstoffs in der Kunststoffmatrix so hoch, dass die Koagulationsgrenze überschritten ist. In diesem zweiten Bereich 55 kann durch die Folie 5 Strom geleitet werden. Da der zweite Bereich 55 über der Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelements 3 angeordnet ist, kann der entsprechende Kontakt über den zweiten Bereich 55 der Folie 5 elektrisch angesteuert werden.

Zum Herstellen der Anordnung 1 gemäß diesem Beispiel wird eine Folie 5 mit entsprechendem Verbundwerkstoff auflaminiert. Im zweiten Bereich 55 der Folie 5, durch den der elektrische Kontakt der Kontaktfläche 31 des Leistungshalbleiterbauelement hergestellt werden soll, wird während des Auflaminierens mit Hilfe eines Stempels ein Druck derart aufgebracht, dass es zu einem Verdichten des Füllstoffs in diesem zweiten Bereich 55 der Folie 5 kommt. Aufgrund der Verdichtung wird die Koagulationsgrenze überschritten. In diesem Bereich 55 kann durch die Folie 5 Strom geleitet werden. Zur Erhöhung der Stromtragfähigkeit wird auf den zweiten Bereich 55 der Folie 5 eine über 100 µm dicke Schicht aus Kupfer galvanisch abgeschieden.

### Beispiel 3:

Es liegt ein Mehrschichtaufbau vor. Neben der Folie 5 ist eine weitere Folie 6 auf der Anordnung des Leistungshalbleiterbauelements 5 auf dem Substrat 2 derart auflaminiert, dass die Oberflächenkontur 11, die sich aus dem Leistungshalbleiterbauelement 3, der elektrisch leitenden Schicht 22 und der Trägerschicht 21 des DCB-Substrats ergibt,

in der weiteren Oberflächenkontur 61 eines weiteren Teils 62 der Folie 6 abgebildet wird.

Die Folie 5 besteht aus einem Verbundmaterial gemäß Beispiel 1. Dies bedeutet, dass die Folie 5 elektrisch isolierend und thermisch leitend ist. Die weitere Folie 6 besteht aus einem Verbundmaterial, dessen Basismaterial ebenfalls ein Polyimid ist. In diesem Polyimid sind Kohlenstoff-Nanoröhren mit einem derart großen Füllgrad enthalten, dass die Koagulationsgrenze überschritten ist. Dies bedeutet, dass die weitere Folie elektrisch leitend ist.

Zum Herstellen der Anordnung 1 wird auf das Beispiel 1 verwiesen. Nach dem Öffnen des Fensters 53 in der Folie 5 wird die weitere Folie 6 auflaminiert. Aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit des Werkstoffs der weiteren Folie 6 wird die Kontaktfläche des Leistungshalbleiterbauelements elektrisch kontaktiert.

## Patentansprüche

1. Anordnung (1) eines elektrischen Bauelements (3) auf einem Substrat (2), wobei eine einen Kunststoff aufweisende Folie (5) vorhanden ist und zumindest ein Teil (52) der Folie (5) mit dem Bauelement (3) und dem Substrat (2) derart verbunden ist, dass eine durch das Bauelement (3) und das Substrat (2) gegebene Oberflächenkontur (11) in einer Oberflächenkontur (51) des Teils (52) der Folie (5) abgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (5) einen Verbundwerkstoff mit dem Kunststoff und mindestens einen vom Kunststoff verschiedenen Füllstoff aufweist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei ein thermischer Ausdehnungskoeffizient des Verbundwerkstoffs an einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eines Materials des Bauelements angepasst ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient aus dem Bereich von 7 ppm/K bis 50 ppm/K ausgewählt ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Füllstoff thermisch und/oder elektrisch leitfähig ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Füllstoff pulverförmig und/oder faserförmig ist.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei mindestens eine weitere Folie (6) vorhanden ist und zumindest ein weiterer Teil (62) der weiteren Folie (6) derart mit dem Bauelement (3) und dem Substrat (2) verbunden ist, dass die Oberflächenkontur (11) des Bauelements (3) und des Substrats (2) in einer weiteren



Oberflächenkontur (61) des weiteren Teils (61) der weiteren Folie (6) abgebildet ist.

- 5 7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei die weitere Folie (6) einen weiteren Verbundwerkstoff aufweist, bei dem zumindest ein vom Füllstoff verschiedener weiterer Füllstoff vorhanden ist.
- 10 8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Bauelement (2) ein Halbleiterbauelement ist.
- 15 9. Anordnung nach Anspruch 8, wobei das Halbleiterbauelement ein aus der Gruppe MOSFET, IGBT und/oder Bipolar-Transistor ausgewähltes Leistungshalbleiterbauelement ist.
- 20 10. Verfahren zum Herstellen einer Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Verfahrensschritten:
  - a) Bereitstellen einer Anordnung mindestens eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat und
  - b) Auflaminieren der Folie mit dem Verbundwerkstoff auf das Bauelement und das Substrat, so dass die durch das Bauelement und das Substrat gebildete Oberflächenkontur in der Oberflächenkontur der Folie abgebildet wird.
- 25 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Auflaminieren der Folie unter Vakuum erfolgt.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei während und/oder nach dem Auflaminieren der Folie ein Tempersschritt durchgeführt wird.
- 35 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei eine Folie (5) und/oder eine weitere Folie (6) mit mindestens einem aus der Gruppe Polyimid, Polyethylen, Polyphenol, Polyetheretherketon und/oder Epoxid ausgewählten Kunststoff verwendet wird.

## Zusammenfassung

**Anordnung eines elektrischen Bauelements auf einem Substrat  
und Verfahren zur Herstellung der Anordnung**

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung (1) eines elektrischen Bauelements (3) auf einem Substrat (2), wobei mindestens eine einen Kunststoff aufweisende Folie (5) vorhanden ist und zumindest ein Teil (52) der Folie mit dem Bauelement und dem Substrat derart verbunden ist, dass eine durch das Bauelement und das Substrat gegebene Oberflächenkontur (11) in einer Oberflächenkontur (51) des Teils der Folie abgebildet ist. Die Folie wird derart auf dem Bauelement und dem Substrat auflaminiert, dass die Folie der Topologie der Anordnung aus Bauelement und Substrat folgt. Die Folie steht mit dem Bauelement und dem Substrat in form- und kraftschlüssigen Kontakt. Die Folie weist einen Verbundwerkstoff mit einem vom Kunststoff verschiedenen Füllstoff auf. Mit Hilfe des Füllstoffs beziehungsweise des dadurch gewonnenen Verbundwerkstoffs werden die Verarbeitbarkeit der Folie und die elektrischen Eigenschaften der Folie beeinflusst. So können weitere Funktionen in der Folie integriert werden. Das Bauelement ist beispielsweise ein Leistungshalbleiterbauelement. Beispielsweise wird eine elektrisch isolierende und thermisch leitfähige Folie eingesetzt. Durch die Folie hindurch wird eine Kontaktfläche des Leistungshalbleiterbauelement elektrisch kontaktiert. Durch die thermische Leitfähigkeit der Folie kann eine Wärme, die im Betrieb des Leistungshalbleiterbauelements entsteht, effizient abgeleitet werden.

30

Figur 1

FIG 1

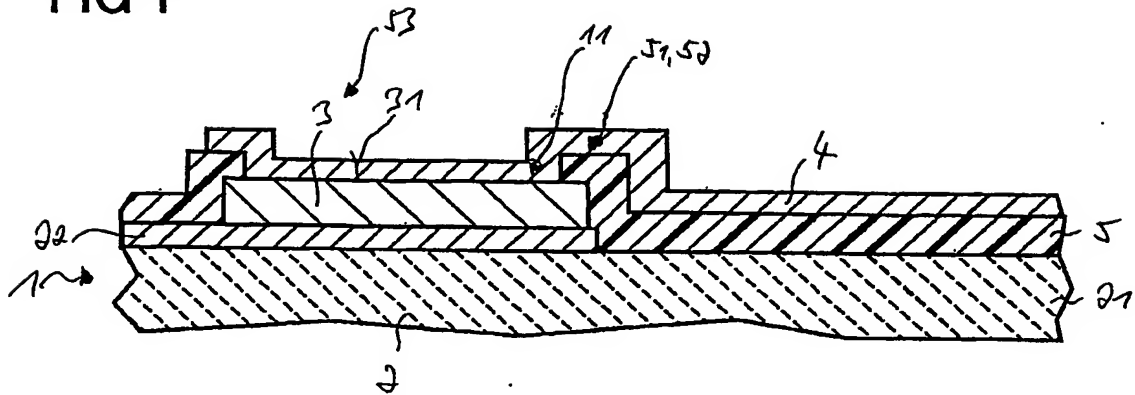


FIG 2

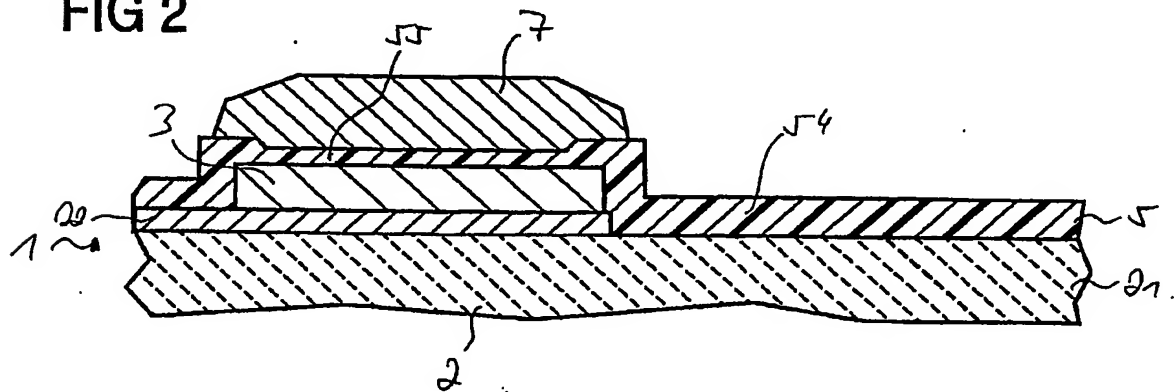


FIG 3

